

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-125491
(P2017-125491A)

(43) 公開日 平成29年7月20日(2017.7.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2C 7/00 (2006.01)	FO2C 7/00	E
FO2K 3/06 (2006.01)	FO2C 7/00	F
FO2C 7/18 (2006.01)	FO2K 3/06	
	FO2C 7/18	B

審査請求 有 請求項の数 12 O L 外国語出願 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2016-212423 (P2016-212423)	(71) 出願人	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123 45、スケネクタダイ、リバーロード、1 番
(22) 出願日	平成28年10月31日(2016.10.31)	(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	14/990,864	(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(32) 優先日	平成28年1月8日(2016.1.8)	(74) 代理人	100129779 弁理士 黒川 俊久
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100113974 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

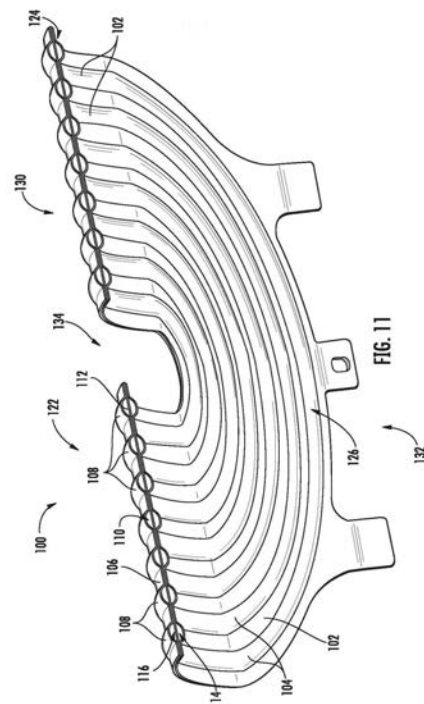
(54) 【発明の名称】 エンジン組み込み用の熱交換器：曲線プレート

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】エンジン組み込み用の熱交換器：曲線プレートを提供する。

【解決手段】熱交換器用の曲線プレート(100)が提供される。曲線プレート(100)は、複数の第1の溝(104)を定める内側プレート(102)と、複数の第2の溝(108)を定める外側プレート(106)とを備えることができる。外側プレート(106)は、複数の第1の溝(104)及び複数の第2の溝(108)を両者の間に複数のチャンネル(110)が定められるように実質的に整列させつつ、内側プレート(102)へと取り付けられる。各々のチャンネル(110)は、曲線プレート(100)の第1の端部(124)の第1の部分(122)に位置する第1の開口から第1の端部(124)の第2の部分(130)に位置する第2の開口まで延在する。曲線プレート(100)を形成するための方法も、一般的に提供される。

【選択図】 図11



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の第 1 の溝 (1 0 4) を定めている内側プレート (1 0 2) と、
複数の第 2 の溝 (1 0 8) を定めている外側プレート (1 0 6) と
を備える曲線プレート (1 0 0) であって、

外側プレート (1 0 6) は、複数の第 1 の溝 (1 0 4) と複数の第 2 の溝 (1 0 8) と
を間に複数のチャンネル (1 1 0) を定めるように実質的に整列させて内側プレート (1 0
2) へと取り付けられ、各々のチャンネル (1 1 0) は、当該曲線プレート (1 0 0) の第
1 の端部 (1 2 4) の第 1 の部分 (1 2 2) に位置する第 1 の開口 (1 2 0) から、第 1
の端部 (1 2 4) の第 2 の部分 (1 3 0) に位置する第 2 の開口 (1 2 8) まで延在して
いる、曲線プレート (1 0 0) 。

10

【請求項 2】

チャンネル (1 1 0) は、第 1 の開口 (1 2 0) から当該曲線プレート (1 0 0) を通っ
て第 2 の開口 (1 2 8) まで延在している 1 以上の湾曲部 (1 2 6) を有する非直線の経
路を定めており、

外側プレート (1 0 6) は、第 1 の端部 (1 2 4) から第 2 の端部 (1 3 2) までの最
短距離として測定される弦長を定め、外側プレート (1 0 6) は、第 1 の端部 (1 2 4)
から第 2 の端部 (1 3 2) まで該外側プレート (1 0 6) の外面を横切って測定される弧
長を定め、さらに弧長は弦長の約 1 0 5 % ~ 約 1 5 0 % である、

請求項 1 に記載の曲線プレート (1 0 0) 。

20

【請求項 3】

当該曲線プレート (1 0 0) に第 1 の端部 (1 2 4) において第 1 の部分 (1 2 2) と
第 2 の部分 (1 3 0) との間にスロット (1 3 4) が定められている、請求項 1 に記載の
曲線プレート (1 0 0) 。

【請求項 4】

スロット (1 3 4) は、実質的に U 字形を有し、各々のチャンネル (1 1 0) は、当該曲
線プレート (1 0 0) の第 1 の端部 (1 2 4) の第 1 の部分 (1 2 2) に位置する第 1 の
開口 (1 2 0) から、当該曲線プレート (1 0 0) に定められたスロット (1 3 4) を巡
り、第 1 の端部 (1 2 4) の第 2 の部分 (1 3 0) に位置する第 2 の開口 (1 2 8) まで
、実質的に U 字形に延在している、請求項 3 に記載の曲線プレート (1 0 0) 。

30

【請求項 5】

内側プレート (1 0 2) 及び外側プレート (1 0 6) の少なくとも一方は、第 1 の端部
(1 2 4) の反対側の第 2 の端部 (1 3 2) から延在するタブ (1 4 0) を備えている、
請求項 1 に記載の曲線プレート (1 0 0) 。

【請求項 6】

各々チャンネル (1 1 0) が内部に第 1 の通路 (1 1 4) 及び第 2 の通路 (1 1 6) を定
めるように内側プレート (1 0 2) と外側プレート (1 0 6) との間に位置する一体壁 (1
1 2)

をさらに備える、請求項 1 に記載の曲線プレート (1 0 0) 。

【請求項 7】

一体壁 (1 1 2) は、チャンネルにおいて第 1 の通路 (1 1 4) と第 2 の通路 (1 1 6)
との間の流体の流れが可能となるように複数の穴を定めており、及び / 又は

一体壁 (1 1 2) は、チャンネル (1 1 0) 内の第 1 の通路 (1 1 4) 及び第 2 の通路 (1
1 6) において流体の流れが攪拌されるように複数のくぼみを定めており、及び / 又は
一体壁 (1 1 2) は、銅、銀、チタニウム、チタニウム合金、アルミニウム、又はアル
ミニウム合金から作られている、

請求項 6 に記載の曲線プレート (1 0 0) 。

40

【請求項 8】

内側プレート (1 0 2) は、約 4 0 0 μm ~ 約 8 0 0 μm の厚さを有し、

外側プレート (1 0 6) は、約 4 0 0 μm ~ 約 8 0 0 μm の厚さを有し、

50

内側プレート(102)及び外側プレート(106)は、チタニウム、アルミニウム、又はオーステナイト合金から作られている、

請求項1に記載の曲線プレート(100)。

【請求項9】

複数のくぼみが、内側プレート(102)によって複数の第1の溝(104)に沿って定められており、及び/又は

複数のくぼみが、外側プレート(106)によって複数の第2の溝(108)に沿って定められている、請求項1に記載の曲線プレート(100)。

【請求項10】

第1の溝(104)の各々は、該溝の最大弦長の約1.5~約20倍の最大断面弧長を有し、第2の溝(108)の各々は、該溝の最大弦長の約1.5~約20倍の最大断面弧長を有する、請求項1に記載の曲線プレート(100)。

10

【請求項11】

曲線プレート(100)を形成するための方法であって、

金属の第1の薄板をプレスして複数の第1の溝(104)を定める第1のプレート(102)を形成するステップと、

金属の第2の薄板をプレスして複数の第2の溝(108)を定める第2のプレート(106)を形成するステップと、

その後、複数の第1の溝(104)と複数の第2の溝(108)とが実質的に整列して間に複数のチャンネル(110)を定めるように第1の薄板(102)を第2の薄板(106)へと積層して曲線プレート(100)を形成するステップと

20

を含んでおり、

各々のチャンネル(110)は、曲線プレート(100)の第1の端部(124)の第1の部分(122)に位置する第1の開口(120)から、各々のチャンネル(110)に定められた湾曲部(126)を通り、第1の端部(124)の第2の部分(130)に位置する第2の開口(128)まで延在している、方法。

【請求項12】

積層に先立って、一体壁(112)を、各々のチャンネル(110)が内部に第1の通路及び第2の通路を定めるように第1の薄板(102)と第2の薄板(106)との間に配置するステップ

30

をさらに含む請求項11に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、広くには、ガスタービンエンジンに関し、より詳しくは、高圧高温の抽気を冷却するためのガスタービンエンジンのファンダクトにおける熱交換設備に関する。

【背景技術】

【0002】

多数の市販の航空機用ガスタービンエンジンは、機上の種々のシステムによる使用のために、コアエンジン圧縮機からの高圧高温の抽気を利用する。特に、高圧の空気が、防水及び客室の冷却などの機上のさまざまな目的によって必要とされる。しかしながら、空気の使用に先立って、空気の温度を、各々の具体的な目的の要件に従った妥当なレベルへと下げなければならない。

40

【0003】

高圧の圧縮機の抽気を冷却する1つの現在の方法は、エンジンケースに埋め込まれたエンジンファンダクトから空気を取り出し、或いは抽出することである。次いで、ファンダクトからのより低温の抽気と、コアエンジン圧縮機からの高圧かつより高温の抽気とが、熱交換器に通され、熱交換器において、より高温かつ高圧の空気が、自身の熱エネルギーの一部を、より低温のファンダクト抽気へと引き渡す。

【0004】

50

熱交換プロセスの使用は必須であるが、熱伝達を達成するための現在のシステムは、極度に複雑である。或るシステムにおいては、高圧の抽気を航空機へと通し、より低温のファンダクト抽気を熱交換器の場所まで導くために、配管の手の込んだ配置が使用される。より低温のファンダクト抽気は、熱交換器に到達して冷却の仕事を実行するときまでに、配管の種々の屈曲及び湾曲に起因する摩擦損失ゆえに、自身の圧力（推力として利用できる）の大部分を失ってしまう。熱交換器から出た後で、ファンダクト抽気は、航空機の構造体から外部へと排出されるが、推力の恩恵を無視できるほどしかもたらさない。エンジンの燃料消費率において、ファンダクト抽気による推力が失われる影響は著しい。さらに、過度に複雑な抽気の配管は、航空機の重量を著しく増やす。

【0005】

したがって、熱伝達の働きを実行するための設備において、先行技術において直面されるファンダクト抽気の損失を回避する改善について、ニーズが依然として存在する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】国際公開第2015/160403号

【発明の概要】

【0007】

本発明の態様及び利点は、一部は以下の説明において述べられ、或いは明細書から自明であってよく、もしくは本発明の実施を通じて習得可能であってよい。

【0008】

曲線プレート (curvilinear plate) が、一般的に提供される。一実施形態では、曲線プレートは、複数の第1の溝を定める内側プレートと、複数の第2の溝を定める外側プレートとを備える。外側プレートは、複数の第1の溝及び複数の第2の溝を両者の間に複数のチャンネルが定められるように実質的に整列させつつ、内側プレートへと取り付けられる。各々のチャンネルは、曲線プレートの第1の端部の第1の部分に位置する第1の開口から第1の端部の第2の部分に位置する第2の開口まで延在する。

【0009】

曲線プレートを形成するための方法も、一般的に提供される。一実施形態では、本方法は、金属の第1の薄板をプレスして複数の第1の溝を定める第1のプレートを形成すること、金属の第2の薄板をプレスして複数の第2の溝を定める第2のプレートを形成すること、及びその後複数の第1の溝及び複数の第2の溝が実質的に整列して間に複数のチャンネルを定めるように、第1の薄板を第2の薄板へと積層して曲線プレートを形成することを含む。各々のチャンネルは、曲線プレートの第1の端部の第1の部分に位置する第1の開口から、各々のチャンネルに定められた湾曲部を通り、第1の端部の第2の部分に位置する第2の開口まで延在する。

【0010】

さらに、ダクト横断部分 (transduct segment) が、一般的に提供される。一実施形態では、ダクト横断部分は、第1の端部から第2の端部まで延在して中空の通路を定める本管と、本管内に定められた開口の第1の側において本管の外面上に取り付けられた下側プラットフォームと、開口の第1の側とは反対側の第2の側において本管の外面上に取り付けられた上側プラットフォームとを含む。上側プラットフォームは、間に供給チャンネルを定めるように下側プラットフォームと一体であり、供給チャンネルは、本管によって定められた開口を通じて本管の中空の通路に流体連通している。下側プラットフォーム及び上側プラットフォームは、本管によって定められた中空の通路に流体連通した複数のチャンネルを定めるインターフェイスを定めている。

【0011】

一実施形態では、ガスタービンエンジン用の環状の熱交換器が、一般的に提供される。環状の熱交換器は、複数のダクト横断部分によって定められる第1の本管を備える第1の環状リングと、複数のダクト横断部分 (上述のものなど) によって定められる第2の本管

10

20

30

40

50

を備える第2の環状リングと、第1の本管のダクト横断部分及び第2の本管のダクト横断部分に流体連通した1以上のチャンネルを内部に定める曲線プレートとを備えることができる。

【0012】

ガスタービンエンジンの環状のダクトにおいて高温流体を冷却する方法も、一般的に提供される。一実施形態では、本方法は、熱伝達領域を定めるために環状のダクト内で半径方向に積層された複数の冷却チャンネルを通して高温流体を導くこと、及び冷却用流体を半径方向に積層された複数の冷却チャンネルの間を通過するように環状のダクトに通すことを含む。これに加え、或いはこれに代えて、本方法は、熱伝達領域を定めるために環状のダクト内で半径方向に積層された複数の冷却チャンネルを通して高温流体を導くこと、及び冷却用流体を半径方向に積層された複数の冷却チャンネルの間を通過するように環状のダクトに通すことを含むことができる。これに加え、或いはこれに代えて、本方法は、高温流体を第1の内側ラジアル管 (radial tube) へと通し、環状のダクトにおいて半径方向に積層された複数の曲線プレート内に定められた複数の冷却チャンネルに通し、さらに第2の内側ラジアル管へと通すこと、及び冷却用流体を環状のダクトに通すことを含むことができる。

10

【0013】

本発明のこれらの特徴、態様、及び利点、並びに他の特徴、態様、及び利点が、以下の説明及び添付の特許請求の範囲を参照して、よりよく理解されるであろう。本明細書に取り入れられて本明細書の一部を構成する添付の図面は、本発明の実施形態を示しており、明細書と協働して本発明の原理を説明する役に立つ。

20

【0014】

当業者へと向けられた本発明の最良の態様を含む本発明の充分かつ本発明を実施可能にする開示が、添付の図面を参照して、明細書において説明される。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】ガスタービンエンジン用の一実施形態による典型的な環状の熱交換器を示している。

【図2】図1の典型的な環状の熱交換器の半径方向の断面図を示している。

【図3】図1の典型的な環状の熱交換器の周方向の断面図を示している。

30

【図4】内側から見た図2の典型的な環状の熱交換器の半径方向の断面図を示している。

【図5】曲線プレートの端部に取り付けられたダクト横断部分のインターフェイスの拡大図を示している。

【図6】本管によって互いに流体連通した典型的なダクト横断部分の周方向の断面図を示している。

【図7】本管及びインターフェイスを定めている典型的なダクト横断部分を示している。

【図8】図7の典型的なダクト横断部分の周方向の断面図を示している。

【図9】図7のとおり複数のダクト横断部分を示しており、隣り合うダクト横断部分が本管によって流体連通している。

【図10】典型的な曲線プレートを示しており、曲線プレートが、曲線プレートの第1の端部の第1の部分に位置する第1の開口から、各々のチャンネルに定められた湾曲部を通り、第1の端部の第2の部分に位置する第2の開口まで延在する複数のチャンネルを定めている。

40

【図11】図10の典型的な曲線プレートの別の図を示している。

【図12】図10及び11の典型的な曲線プレートの第1の端部の一部分の拡大図を示している。

【図13】一実施形態による典型的な環状の熱交換器を備えることができるガスタービンエンジンの一実施形態の断面図を示している。

【発明を実施するための形態】

【0016】

50

本明細書及び図面における参照符号の繰り返しの使用は、本発明の同じ又は類似の特徴又は構成要素を表すように意図されている。

【0017】

次に、本発明の実施形態を詳しく参照するが、それら実施形態の1つ以上の実施例が図面に示されている。各々の例は、本発明の説明の目的で提示されており、本発明を限定するものではない。実際、本発明において、本発明の技術的範囲及び技術的思想から離れることなく、種々の変更及び変形が可能であることは、当業者にとって明らかであろう。例えば、或る実施形態の一部として例示又は説明される特徴を、別の実施形態では使用して、またさらなる実施形態をもたらすことが可能である。このように、本発明は、添付の特許請求の範囲及びそれらの均等物の技術的範囲に含まれるような変更及び変形を包含するように意図される。

10

【0018】

本明細書において使用されるとき、用語「第1」、「第2」、及び「第3」は、或る構成要素を別の構成要素から区別するために入れ換え可能に使用することができ、個々の構成要素の場所又は重要性を意味するものではない。

【0019】

用語「上流」及び「下流」は、流路における流体の流れに対する相対的な方向を指す。例えば、「上流」は、流体が流れてくる方向を指し、「下流」は、流体が流れていく方向を指す。

【0020】

本明細書において使用されるとき、「流体」は、気体又は液体であってよい。本手法は、使用される流体の種類に限定されない。好ましい用途において、冷却用流体は、ファン空気であり、被冷却流体は、抽気である。しかしながら、本手法は、他の種類の液体及び気体の流体にも使用可能であり、被冷却流体及び冷却用流体は、同じ流体又は異なる流体である。被冷却流体及び冷却用流体の他の例として、空気、油圧流体、燃焼ガス、冷媒、冷媒混合物、航空電子機器又は他の航空機の電子システムを冷却するための絶縁性流体、水、水系の化合物、凍結防止の添加物（例えば、アルコール又はグリコール化合物）が混ぜられた水、並びに高温又は低温において持続的に熱を運ぶことができる任意の他の有機又は無機の熱伝達流体又は流体混合物が挙げられる。

20

【0021】

付加製造によって実際の実現が容易化される性能を向上させる形状を備える熱交換器が、一般的に提供される。本明細書に記載の熱交換器システムは、複数の種類の流体が関与するさまざまな熱交換器の用途に広く適用可能であるが、本明細書においては、ガスタービンエンジンにおけるファン空気（例えば、低温流）による抽気（例えば、高温流）のきわめて効果的な冷却に関して説明される。今回の説明は、高バイパスのタービンエンジンに使用される熱交換器に関するが、この説明が高バイパスのタービンエンジンにおける使用に限られないことを、当業者であれば理解できると考えられることに、注意すべきである。むしろ、提示される熱交換器は、熱交換を必要とする任意のエンジン及び/又は装置に使用可能である。タービンエンジンのファンケーシング及びエンジンケーシングの少なくとも一方に結合したタービンエンジン用熱交換器が、一般的に提供される。典型的な実施形態では、熱交換器は、環状に形作られた本体を備える。

30

40

【0022】

図1~4を参照すると、環状のジェットエンジン空気ダクト10が、ターボファン、ターボプロップ、及びターボジェットエンジンなどのガスタービンエンジンに関して示されている。環状のジェットエンジン空気ダクト10は、第1の環状リング14と、第2の環状リング16と、第1の環状リング14を第2の環状リング16に流体連通させる複数の曲線プレート100とで形成された環状の熱交換器12を備える。第1の環状リング14は、複数のダクト横断部分20によって定められた第1の本管15を有しており、ダクト横断部分20は、隣り合うダクト横断部分20の少なくとも一部分が第1の本管15に沿って流体連通するように、互いに直列に接続されている。同様に、第2の環状リング16

50

は、複数のダクト横断部分 20 によって定められた第 2 の本管 17 を有している。曲線プレート 100 が、第 1 の本管 15 のダクト横断部分 20 及び第 2 の本管 17 のダクト横断部分 20 に流体連通した 1 以上のチャンネル 110 を定めている。高温の流体（例えば、抽気）が、曲線プレート 100 の上方を通過する冷却用流体との熱伝達のために、曲線プレート 100 の 1 以上のチャンネル 102 を通過することができる。図示のとおり、曲線プレート 100 は、半径方向内側へと向けられた湾曲した表面を定めている。しかしながら、代案の実施形態では、曲線プレート 100 は、半径方向外側へと向けられた湾曲を定めることができる。

【0023】

複数の曲線プレート 100 は、隣り合う曲線プレート 100 の間に冷却用流体（例えば、ファン空気）を軸方向に流すことができる間隙が定められるように、半径方向に重ねられている。一実施形態では、複数の曲線プレート 100 は、一般に、冷却用流体の流れが（曲線プレート 100 を通じた熱伝達のために）曲線プレート 100 への衝突を強いられ、意味のある代替の経路を決して見つけることがないように、環状のダクトを周状に巡って一様なやり方で配置される。このようにして、高温流体の大部分が、環状のダクトのこの熱伝達領域を通過して（すなわち、半径方向に重ねられたプレートが位置している内側の帯と外側の帯との間の間隙を）流れる。例えば、少なくとも 95%（例えば、少なくとも 99%）など、冷却用流体の少なくとも 90% が、環状のダクトの熱伝達領域を通過して流れる。したがって、冷却用流体の流れの捕捉率が最大化され、熱伝達率の効率が高められる。

10

20

【0024】

図示のとおり、第 1 の環状リング 14 は、一般に、第 2 の環状リング 16 に隣接し、第 2 の環状リング 16 に平行である。しかしながら、他の実施形態では、第 1 の環状リング 14 及び第 2 の環状リング 16 は、互いに異なる形状とされてよく、さらには / 或いは非平行なやり方で配置されてよい。

【0025】

図示の実施形態では、第 1 の環状リング 14 の第 1 の本管 15 及び第 2 の環状リング 16 の第 2 の本管 17 の各々が、それぞれ複数の独立部分 22、23 へと分割されている。独立部分 22、23 の各々は、第 1 の本管 15 及び第 2 の本管 17 のそれぞれを通る個々の空洞を形成している複数のダクト横断部分 20 から形成されている。独立部分 22、23 は、複数の独立部分 22、23 の端部のダクト横断部分 20 内の境界壁 24 において隔てられている。各々のダクト横断部分 20 は、特定の実施形態では、環状リング 14、16 の周長のうちの約 5° ~ 約 20° に及ぶ。しかしながら、ダクト横断部分 20 を、任意の所望の長さ及び / 又は形状に形成することができる。

30

【0026】

供給管 26 が、流体を供給するために、第 1 の本管 15 及び第 2 の本管 17 のそれぞれの各部分 22、23 に示されている。例えば、流体は、冷却のための圧縮された空気（例えば、エンジンからの抽気）であってよい。図示の実施形態では、供給流体 30（例えば、高温空気）が、入り口供給管 28 を通って第 2 の環状リング 16 へと導入され、第 2 の本管 17 から（後述される）曲線プレート 100 のチャンネル 110 を通って第 1 の本管 15 へと渡され、冷却された流体 34 として出口管 32 を通って出る。具体的には、冷却用流体 36（例えば、ファン空気）が、環状リング 14、16 と半径方向外側の壁 40 との間の空気ダクト 100 を通過する。いずれの流体の流れの方向も、所望に応じて変更可能であることを、理解すべきである。

40

【0027】

さらに詳しく後述されるように、曲線プレート 100 は、曲線プレート 100 内のより高温かつより高圧の流体と、ダクトを通過するより低温かつより低圧の流体との間の熱伝達を可能にする。この熱伝達は、熱伝達に利用することができる表面積を増加させた曲線プレート 100 の形状によって強化される。

【0028】

50

図6～9にさらに詳しく示されるとおり、各々のダクト横断部分20は、一般に、第1の端部202から第2の端部204まで延在して中空の通路206を定めている本管200を備える。隣り合うダクト横断部分20は、本管200のそれぞれの端部における取り付けによって、本管200に沿って互いに流体連通する。すなわち、或る1つのダクト横断部分20の第1の端部202が、隣のダクト横断部分20の第2の端部204へと取り付けられる。図8により詳しく示されるとおり、雄のインサート240が第2の端部204によって定められ、雌の凹所が第1の端部202内に定められ、隣り合うダクト横断部分20の間の雄-雌の接続を可能にする。しかしながら、任意の他の適切な接続機構(例えば、ろう付け、溶接、リング、ボルト、など)を利用することができる。

【0029】

さらに、本管200は、供給チャネル210に流体連通する1以上の開口208を定めており、ここで供給チャネル210は、開口208の第1の側216において本管200の外面214へと取り付けられた下側プラットフォーム212と、開口208の第1の側216とは反対側の第2の側220において本管200の外面214へと取り付けられた上側プラットフォーム218との間に定められている。したがって、供給チャネル210は、本管200によって定められた開口208を通じて本管200の中空の通路206に流体連通している。複数の開口208が、環状の方向に細長い形状にて本管200に定められて図示されている。すなわち、開口208は、環状の方向に対して垂直な方向(すなわち、軸方向)の最大幅よりも大きい環状の方向の(すなわち、本管の第1の端部から本管の第2の端部まで延在する)最大長さを有することができる。

【0030】

図示の実施形態では、本管200は、第1の端部202及び第2の端部204の両方において楕円形の断面を定めている。例えば、楕円形の断面は、最大高さの約1.5倍～約20倍の最大幅を有することができる。そのような楕円形は、ダクト100を通過する冷却用流体(例えば、ファン空気)に対して最小限の抵抗を可能にする。しかしながら、本管は、所望に応じて他の断面形状を有することができる。

【0031】

一実施形態では、上側プラットフォーム218は下側プラットフォーム212と一体であり、両者の間に供給チャネル210を定めている。さらに、上側プラットフォーム218及び下側プラットフォーム212は、単一の分割できない部品を形成するように本管200と一体であってよい。例えば、ダクト横断部分20は、付加製造プロセスによって全体が一体的に形成されてよく、これらに限られるわけではないが、チタニウム、チタニウム合金、アルミニウム、アルミニウム合金、及びニッケル-クロム系の超合金(例えば、Special Metals CorporationからInconel(登録商標)という名称で入手できる)などのオーステナイト合金、などの付加材料から形成されてよい。

【0032】

下側プラットフォーム212及び上側プラットフォーム218は、末端221(本管200に位置する開口208の反対側)に、本管200によって定められた中空の通路206に流体連通した複数のチャネル224を定めるインターフェイス222を定めている。一実施形態では、分岐角度が、本管200の外面214の第2の端部204から延在する最も上方の接線226と、下側プラットフォーム212の内面213から延在する接線228との間に定められ、ここで分岐角度は、約10°～約30°である。

【0033】

図示の実施形態では、下側プラットフォーム212の内面230は、インターフェイス222において複数の下側溝232を定めており、上側プラットフォーム218の内面234が、インターフェイス222において複数の上側溝236を定めている。複数の下側溝232は、複数のチャネル224を定めるように複数の上側溝236におおむね整列している。さらに、スロット238が、インターフェイス222において下側プラットフォーム212の内面230と上側プラットフォーム218の内面234との間に定められて

10

20

30

40

50

いる。図示のとおり、スロット 238 は、図 5 にさらに詳しく示されるように、曲線プレート 100 の第 1 の端部 124 を受け入れるように上側プラットフォーム 218 と下側プラットフォーム 212 との間に定められた複数のチャンネル 224 を通って延在している。一実施形態では、曲線プレート 100 の第 1 の端部 124 は、ろう付け、溶接、又は任意の他の適切な取り付け機構によってスロットにおいてインターフェイスへと配置されて取り付けられる。図示の実施形態では、ダクト横断部分 20 のインターフェイス 222 に定められた各々のチャンネル 234 は、さらに詳しく後述されるように、曲線プレート 100 のそれぞれのチャンネル 110 に流体連通する。

【0034】

図 8 を参照すると、内部梁 242 が図示のように存在でき、複数の通路 244 を定めるように上側プラットフォーム 218 と下側プラットフォーム 212 との間に位置して供給チャンネル 210 からインターフェイス 222 へと延在することができ、ここで複数の通路 244 は、各々の通路 244 がチャンネル 110 のうちの 1 つに流体連通するように、インターフェイス 222 において曲線プレート 100 のそれぞれのチャンネル 110 に対応する。さらに、梁 242 は、上側プラットフォーム 218 と下側プラットフォーム 212 との間の構造的な支持をもたらすことができる。一実施形態では、本管 200 は、それぞれの通路 244 に流体連通し、したがって曲線プレート 100 のそれぞれのチャンネル 110 に流体連通する複数の開口 208 を定める。

【0035】

図 2 及び 4 を参照すると、ダクト横断部分 20 は、本管 200 の第 1 の側 251 から延在し、エンジンのフレーム（図示せず）へと取り付けられるように構成された第 1 のウイング 252 をさらに備えることができる。また、ダクト横断部分は、本管 200 の第 1 の側 251 の反対側の第 2 の側 253 から延在する第 2 のウイング 254 をさらに備え、第 2 のウイング 254 は、隣接するダクト横断部分 20 のウイング 254 へと取り付けられるように構成される。このようにして、第 1 のウイング 252 及び第 2 のウイング 254 は、楕円形の断面の最大幅の軸方向に延在し、隣り合うリング 14、16 を一体に接続して環状の熱交換器 12 を形成することを可能にする。隣接するダクト横断部分 20 の第 2 のウイング 254 は、互いに一体であってよく、或いは取り付け機構（例えば、ねじ、ボルト、溶接、ろう付け、など）によって互いに接続されてよい。

【0036】

図 10 ~ 12 が、複数の第 1 の溝 104 を定める内側プレート 102 と、複数の第 2 の溝 108 を定める外側プレート 106 とを含む典型的な曲線プレート 100 を示している。一般に、内側プレート 102 は、複数の第 1 の溝 104 及び複数の第 2 の溝 108 を両者の間に複数のチャンネル 110 が定められるように実質的に整列させつつ、外側プレート 106 へと取り付けられる。図 11 の実施形態は、各々のチャンネル 110 が内部に第 1 の通路 114 及び第 2 の通路 116 を定めるように、内側プレート 102 と外側プレート 106 との間に位置する随意による一体壁 112 を備えている。

【0037】

一実施形態では、内側プレート 102 及び外側プレート 106 は、随意による一体壁 112 とともに、ろう付け又は他の溶接部を存在させることなく、拡散接合によって互いに接合される。しかしながら、これらに限られるわけではないが接着剤による結合、溶接、ろう付け、など、任意の適切な取り付けを、内側プレート 102 及び外側プレート 106 の接合に利用することができる。

【0038】

図示の実施形態では、各々のチャンネル 112 は、曲線プレート 100 の第 1 の端部 124 の第 1 の部分 122 に位置する第 1 の開口 120 から、各々のチャンネル 112 に定められた湾曲部 126 を通り、第 1 の端部 124 の第 2 の部分 130 に位置する第 2 の開口 128 まで延在している。したがって、各々のチャンネル 112 を通過する流体は、第 1 の部分 122 の第 1 の開口 120 から、湾曲部 126 を巡り、第 2 の部分 130 の第 2 の開口 128 から出るように（或いは、反対に、第 2 の開口 128 から第 1 の開口 120 へと逆

10

20

30

40

50

方向に) 曲線プレートを通して導かれる。このように、各々のチャンネル 112 は、第 1 の開口 120 から第 2 の開口 128 まで延在する 1 以上の湾曲部 126 を有する非直線の経路を定めている。

【0039】

図 12 が、実質的に楕円形のチャンネル 110 を定めるように実質的に半楕円形の形状を有している第 1 の溝 104 及び第 2 の溝 108 の各々を示している。この形状は、チャンネル 110 における熱伝達のための表面積を増やすことができるだけでなく、第 1 の溝 104 及び第 2 の溝 108 を薄板(例えば、金属薄板)のプレス加工から形成することも可能にする。図示の実施形態では、第 1 の溝 104 の各々は、最大弦長(chord length)の約 1.5 ~ 約 20 倍の最大断面弧長(arc length)を有する。同様に、第 2 の溝 108 の各々は、最大弦長の約 1.5 ~ 約 20 倍の最大断面弧長を有する。しかしながら、他の形状も、所望に応じて利用可能である。

10

【0040】

一実施形態では、第 1 の溝 104 及び/又は第 2 の溝 108 は、チャンネル 110 内の流体の流れを攪拌するとともに、熱伝達のための表面積を増加させるための複数のくぼみ又は他の表面造作を定めることができる。

【0041】

曲線プレート 100 は、一般に、第 1 の端部 124 から第 2 の端部 132 までの湾曲した(すなわち、非平面の)経路を定める。図示の実施形態では、湾曲は、円の弧長を定めるようにおおむね一定である。しかしながら、他の実施形態では、曲線プレート 100 は、外側プレート 126 を横切って変化し、曲線、屈曲、ジョイント、平坦部分、などを含んでよい(すなわち、一定)でない湾曲を有することができる。特定の断面形状にかかわらず、外側プレート 126 は、第 1 の端部 124 から第 2 の端部 132 までの最短距離として測定される弦長を定め、外側プレート 126 は、第 1 の端部 124 から第 2 の端部 132 まで外側プレート 126 の外面 127 を横断して測定される弧長を定める。(弦長及び弧長について)同じ始点及び終点を使用して、弧長は、弦長の約 105% ~ 約 150% である。すなわち、弧長は、弦長の約 1.05 倍 ~ 約 1.5 倍である。このように、曲線プレート 100 の湾曲は、平坦なプレートにおいて存在したと考えられるよりも広い熱伝達のための表面積を可能にする。

20

【0042】

図 10 及び 11 に示される実施形態では、スロット 134 が、第 1 の端部 124 において曲線プレート 100 に第 1 の部分 122 と第 2 の部分 130 との間に定められている。一般に、スロット 134 は、ダクト横断部分 20 のそれぞれのインターフェイス 222 へと取り付けられた第 1 の部分 122 及び第 2 の部分 130 の間の曲線プレート 100 の撓みを可能にする。実質的に U 字形を有するものとして図示されているが、スロット 134 は、任意の所望の形状を有することができる。同様に、各々のチャンネル 110 は、第 1 の端部 124 の第 1 の部分 122 に位置する第 1 の開口 120 から、曲線プレート 100 に定められたスロット 134 を巡り、第 1 の端部 124 の第 2 の部分 130 に位置する第 2 の開口 128 まで、実質的に U 字形に延在するものとして図示されている。しかしながら、チャンネル 110 は、曲線プレート 100 において任意の所望の経路をとることができる。

30

40

【0043】

内側プレート 102 及び外側プレート 106 を、所望の熱伝達特性を有する任意の適切な材料から形成することができる。例えば、内側プレート 102 及び外側プレート 106 を、チタニウム、チタニウム合金、アルミニウム、アルミニウム合金、及びニッケル-クロム系の超合金(例えば、Special Metals Corporation から Inconel (登録商標) という名称で入手できる)などのオーステナイト合金から構成することができる。

【0044】

同様に、存在するのであれば、一体壁 112 も、任意の適切な材料で製造することがで

50

きる。一実施形態では、一体壁 112 は、チャンネル 110 内の第 1 の通路 114 と第 2 の通路 116 との間の熱伝達を促進するために、比較的高い熱伝導性の材料から製造される。例えば、一体壁を、めっきした銅、チタニウム、チタニウム合金、アルミニウム、アルミニウム合金、及びニッケル-クロム系の超合金（例えば、Special Metals Corporation から Inconel（登録商標）という名称で入手できる）などのオーステナイト合金で製造することができる。多くの実施形態では、内側プレート 102 及び外側プレート 106 は、各々のそれぞれの表面を横切って実質的に等しい厚さを有するが、それぞれの溝 104、108 は、平坦な部分よりもわずかに薄くてよい。多くの実施形態では、内側プレート 102 及び外側プレート 106 は、単独で約 400 μm ~ 約 800 μm の厚さを有する。存在する場合、一体壁 112 は、約 400 μm ~ 約 800 μm の厚さを有することができる。

10

【0045】

一体壁 112 は、特定の実施形態では、チャンネル 110 における第 1 の通路 114 と第 2 の通路 116 との間の流体の流れを可能にするために、複数の穴（例えば、スロット又は他の開口）を定めることができる。これに代え、或いはこれに加えて、一体壁 112 は、チャンネル 110 内の第 1 の通路 114 及び第 2 の通路 116 における流体の流れを攪拌するとともに、両者の間の熱伝達のための表面積を増加させるための複数のくぼみ又は他の表面造作を定めることができる。

【0046】

図 10 及び 11 に示されるとおり、内側プレート 102 及び外側プレート 106 の少なくとも一方（或いは、両方）は、第 1 の端部 124 の反対側の第 2 の端部 132 から延在する 1 以上のタブ 140 を備える。図 3 を参照すると、タブ 140 は、環状の熱交換器 12 のケーシング 44 内に定められたスロット 42 へと延在する。ケーシング 44 は、一般に、構造支持体 46 及び半径方向外側の壁 40 を備える。したがって、各々の曲線プレート 100 は、環状のダクトに対する各々の曲線プレート 100 の熱膨張が少なくとも一方向において拘束されないように構造的に支持される。すなわち、各々の曲線プレート 100 を、それぞれのダクト横断部分 20 から遠ざかるように延在している曲線プレート 100 の長さに沿った熱膨張を許すと同時に、両者の間のスロットによって軸方向の撓みも許すように、第 1 の端部 124 の第 1 及び第 2 の部分 122、130 においてのみ取り付けることができる。タブ 140 は、おおむねその場にとどまりながらわずかな移動及び/又は膨張を許し、そのような移動及び/又は膨張を制限することがない。

20

30

【0047】

図示の実施形態では、構造支持体 46 は、第 1 の環状リング 47 と、第 1 の環状リング 47 に平行な第 2 の環状リング 49 と、第 1 の環状リング 47 を第 2 の環状リング 49 へと接続する複数の横棒 51 とを備える。横棒 51 は、1 以上のタブ 140 を受け入れるための空洞 53 を定めることができる。

【0048】

図示の実施形態では、タブ 140 のうちの少なくとも 1 つは、第 2 の端部 132 を取り付け片（例えば、ボルト、ねじ、ピン、又は他の取り付け部材）によって構造支持体 46 へと固定するために、取り付け片（図示せず）を受け入れるための開口 142 を定める。いくつかの実施形態では、タブ 140 のうちの少なくとも 1 つを、ケーシング 44 の構造支持体 46 に定められた該当のスロット 42 にスライド可能に位置させることができる。例えば、取り付け片は、タブ 140 をスロット 42 内に或る程度の移動を許容しつつ固定することができる（例えば、細長い開口が、開口のより長い方向の移動を有することができる。例えば、スライド可能に配置されるタブ 140 と固定されるタブ 140 との組合せを、曲線プレート 100 の第 2 の端部 132 を実質的に動かぬように保ちつつ曲線プレート 100 の第 2 の端部 132 の撓み及び/又はわずかな移動を許すために、利用することができる。このようにして、曲線プレート 100 がケーシングに対して移動して、熱膨張、撓み、振動運動、又は使用時の他のわずかな運動を許すことができる。図 10 が、各々のタブ 140 が取り付け片を受け入れるための開口 142 を定めている実施形態を示してい

40

50

る一方で、図 1 1 は、中央のタブ 1 4 0 だけが開口 1 4 2 を定めており、外側のタブ 1 4 2 は固定用の取り付け片を有することなくスロットに配置されるように構成されている実施形態を示していることに、注意すべきである。

【 0 0 4 9 】

上述のように、曲線プレート 1 0 0 は、プレス加工によって形成することができる。一実施形態では、曲線プレート 1 0 0 を、金属の第 1 の薄板をプレスして複数の第 1 の溝を定める第 1 のプレートを形成し、金属の第 2 の薄板をプレスして複数の第 2 の溝を定める第 2 のプレートを形成し、その後複数の第 1 の溝及び複数の第 2 の溝が実質的に整列して間に複数のチャンネルを定めるように、第 1 の薄板を第 2 の薄板へと積層して曲線プレートを形成することによって、形成することができる。一実施形態では、積層に先立って、
10 一体壁を、各々のチャンネルが内部に第 1 の通路及び第 2 の通路を定めるように、第 1 の薄板と第 2 の薄板との間に配置することができる。

【 0 0 5 0 】

一実施形態では、環状のダクトは、ガスタービンエンジンの高温流体を冷却する方法において使用される。熱伝達領域を定めるために環状のダクト内で半径方向に積層された複数の冷却チャンネルを通して高温流体が導かれ、冷却用流体が、半径方向に積層された複数の冷却チャンネルの間を通過するように環状のダクトに通される。例えば、冷却用流体は、
おおむねガスタービンエンジンの軸方向に環状のダクトを通して流れる。

【 0 0 5 1 】

例えば、図 1 3 が、1 つ以上の環状のジェットエンジン空気ダクト 1 0 を備えるガスタービンエンジン 3 1 0 の一実施形態の断面図を示している。環状の熱交換器の一は、所望に応じてさまざまであってよいが、特定の実施形態では、コアエンジン 3 1 4 の内部である。例えば、環状の熱交換器は、冷却用流体としてファン空気 3 5 4 を（直接、又は環状のダクトへと導いて）利用することができ、高温流体は、ガスタービンエンジンのコアからの抽気であってよい。ガスタービンエンジンを、本発明の主題のいくつかの態様に従って航空機において利用することができ、エンジン 3 1 0 が、参照の目的でエンジン 3 1 0 を貫いて延在している長手方向又は軸方向の中心軸線 3 1 2 を有して図示されている。
20

【 0 0 5 2 】

一般に、エンジン 3 1 0 は、コアガスタービンエンジン（全体が参照番号 3 1 4 によって示されている）と、その上流に位置するファン部分 3 1 6 とを備えることができる。コアエンジン 3 1 4 は、一般に、環状の取り入れ口 3 2 0 を定める実質的に筒状の外ケーシング 3 1 8 を備えることができる。加えて、外ケーシング 3 1 8 は、コアエンジン 3 1 4 に進入する空気の圧力を第 1 の圧力レベルへと高めるためのブースタ圧縮機 3 2 2 をさらに囲み、支持することができる。次いで、高圧多段軸流圧縮機 3 2 4 が、ブースタ圧縮機 3 2 2 から加圧された空気を受け取り、そのような空気の圧力をさらに高めることができる。次いで、高圧圧縮機 3 2 4 から出る加圧された空気は、燃焼器 3 2 6 へと流れることができ、燃焼器 3 2 6 において、燃料が加圧された空気の流れへと注入され、得られる混合物が燃焼器 3 2 6 において燃やされる。高エネルギーの燃焼生成物が、燃焼器 3 2 6 からエンジン 3 1 0 の高温ガス経路に沿って第 1 の（高圧）駆動シャフト 3 3 0 を介して高圧圧縮機 3 2 4 を駆動する第 1 の（高圧）タービン 3 2 8 へと導かれ、次いで第 1 の駆動シャフト 3 3 0 におおむね同軸な第 2 の（低圧）駆動シャフト 3 3 4 を介してブースタ圧縮機 3 2 2 及びファン部分 3 1 6 を駆動する第 2 の（低圧）タービン 3 3 2 へと導かれる。各々のタービン 3 2 8 及び 3 3 2 を駆動した後で、燃焼生成物を、推進用のジェット推力をもたらすべく排気ノズル 3 3 6 を介してコアエンジン 3 1 4 から吐き出すことができる。
30
40

【 0 0 5 3 】

各々の圧縮機 3 2 2、3 2 4 が、複数の圧縮機段を備えることができ、各々の段が、固定の圧縮機ペーンの環状のアレイ及び圧縮機ペーンのすぐ下流に配置された回転する圧縮機ブレードの環状のアレイの両方を備えることを、理解すべきである。同様に、各々のタービン 3 2 8、3 3 2 が、複数のタービン段を備えることができ、各々の段が、固定のノ
50

ズルベーンの環状のアレイ及びノズルベーンのすぐ下流に配置された回転するタービンブレードの環状のアレイの両方を備える。

【0054】

さらに、図13に示されるとおり、エンジン310のファン部分316は、一般に、環状のファンケーシング340によって囲まれるように構成された回転可能な軸流ファンロータアセンブリ338を備えることができる。ファンケーシング340を、複数の実質的に放射状に延在している周方向に間隔を空けて配置された出口案内羽根342によってコアエンジン314に対して支持されるように構成できることを、当業者であれば理解すべきである。したがって、ファンケーシング340は、ファンロータアセンブリ338及びその対応するファンロータブレード344を囲むことができる。さらに、ファンケーシング340の下流部分346が、さらなる推進用のジェット推力をもたらす第2の（或いは、バイパス）気流路348を定めるように、コアエンジン314の外側部分を覆って延在することができる。

10

【0055】

いくつかの実施形態では、第2の（低圧）駆動シャフト334をファンロータアセンブリ338へと直接結合させ、直接駆動の構成をもたらすことができることを、理解すべきである。或いは、第2の駆動シャフト334を、減速装置337（例えば、減速歯車又はギアボックス）を介してファンロータアセンブリ338へと結合させ、間接駆動又は歯車駆動の構成をもたらすことができる。そのような減速装置を、所望又は必要に応じて、エンジン310内の任意の他の適切なシャフト及び/又はスプールの間にも設けることができる。

20

【0056】

エンジン310の動作の際に、初期の気流（矢印350によって示されている）がファンケーシング340の関連の取り入れ口352を通過してエンジン310に進入できることを、理解すべきである。次いで、気流350は、ファンブレード344を通過し、通路348を通過して移動する第1の圧縮された気流（矢印354によって示されている）及びブースタ圧縮機322に進入する第2の圧縮された気流（矢印356によって示されている）へと分かれる。次いで、第2の圧縮された気流356の圧力が高められ、（矢印358によって示されるように）高圧圧縮機324に進入する。燃料と混ぜ合わせられて燃焼器326において燃やされた後に、燃焼生成物360が燃焼器326から出、第1のタービン328を通過して流れる。その後、燃焼生成物360は、第2のタービン332を通過して流れ、排気ノズル336から出てエンジン310に推力をもたらす。

30

【0057】

上述のように、高温流体（例えば、抽気）を、本明細書に記載した装置及び方法によって、ガスタービンエンジンの環状のダクトにおいて冷却することができる。一実施形態では、高温流体を、熱伝達領域を定めるために環状のダクト内で半径方向に積層された（例えば、上述のとおり複数の積層された曲線プレートの内部に定められた）複数の冷却チャンネルを通過して導くことができ、冷却用流体を、半径方向に積層された複数の冷却チャンネルの間を通過するように環状のダクトに通すことができる。

【0058】

本明細書においては、本発明を最良の態様を含めて開示するとともに、あらゆる装置又はシステムの製造及び使用並びにあらゆる関連の方法の実行を含む本発明の実施を当業者にとって可能にするために、いくつかの実施例を使用している。本発明の特許可能な技術的範囲は、特許請求の範囲によって定められ、当業者にとって想到される他の実施例も含むことができる。そのような他の実施例は、それらが特許請求の範囲の文言から相違しない構造要素を有しており、或いは特許請求の範囲の文言から実質的には相違しない同等の構造要素を含む場合、特許請求の範囲の技術的範囲に包含される。

40

[実施態様1]

複数の第1の溝(104)を定めている内側プレート(102)と、
複数の第2の溝(108)を定めている外側プレート(106)と

50

を備える曲線プレート(100)であって、

外側プレート(106)は、複数の第1の溝(104)と複数の第2の溝(108)とを間に複数のチャンネル(110)を定めるように実質的に整列させて内側プレート(102)へと取り付けられ、各々のチャンネル(110)は、当該曲線プレート(100)の第1の端部(124)の第1の部分(122)に位置する第1の開口(120)から、第1の端部(124)の第2の部分(130)に位置する第2の開口(128)まで延在している、曲線プレート(100)。

[実施態様2]

チャンネル(110)は、第1の開口(120)から当該曲線プレート(100)を通過して第2の開口(128)まで延在している1以上の湾曲部(126)を有する非直線の経路を定めている、実施態様1に記載の曲線プレート(100)。

10

[実施態様3]

外側プレート(106)は、第1の端部(124)から第2の端部(132)までの最短距離として測定される弦長を定め、外側プレート(106)は、第1の端部(124)から第2の端部(132)まで該外側プレート(106)の外面を横切って測定される弧長を定め、さらに弧長は弦長の約105%~約150%である、実施態様1に記載の曲線プレート(100)。

[実施態様4]

当該曲線プレート(100)に第1の端部(124)において第1の部分(122)と第2の部分(130)との間にスロット(134)が定められている、実施態様1に記載の曲線プレート(100)。

20

[実施態様5]

スロット(134)は、実質的にU字形を有し、各々のチャンネル(110)は、当該曲線プレート(100)の第1の端部(124)の第1の部分(122)に位置する第1の開口(120)から、当該曲線プレート(100)に定められたスロット(134)を巡り、第1の端部(124)の第2の部分(130)に位置する第2の開口(128)まで、実質的にU字形に延在している、実施態様4に記載の曲線プレート(100)。

[実施態様6]

内側プレート(102)及び外側プレート(106)の少なくとも一方は、第1の端部(124)の反対側の第2の端部(132)から延在するタブ(140)を備えている、実施態様1に記載の曲線プレート(100)。

30

[実施態様7]

タブ(140)は、開口(142)を定めている、実施態様6に記載の曲線プレート(100)。

[実施態様8]

各々チャンネル(110)が内部に第1の通路(114)及び第2の通路(116)を定めるように内側プレート(102)と外側プレート(106)との間に位置する一体壁(112)

をさらに備える、実施態様1に記載の曲線プレート(100)。

[実施態様9]

一体壁(112)は、チャンネルにおいて第1の通路(114)と第2の通路(116)との間の流体の流れが可能となるように複数の穴を定めている、実施態様8に記載の曲線プレート(100)。

40

[実施態様10]

一体壁(112)は、チャンネル(110)内の第1の通路(114)及び第2の通路(116)において流体の流れが攪拌されるように複数のくぼみを定めている、実施態様8に記載の曲線プレート(100)。

[実施態様11]

一体壁(112)は、銅、銀、チタニウム、チタニウム合金、アルミニウム、又はアルミニウム合金から作られている、実施態様8に記載の曲線プレート(100)。

50

[実施態様 1 2]

内側プレート (1 0 2) は、約 4 0 0 μ m ~ 約 8 0 0 μ m の厚さを有する、実施態様 1 に記載の曲線プレート (1 0 0) 。

[実施態様 1 3]

外側プレート (1 0 6) は、約 4 0 0 μ m ~ 約 8 0 0 μ m の厚さを有する、実施態様 1 に記載の曲線プレート (1 0 0) 。

[実施態様 1 4]

内側プレート (1 0 2) 及び外側プレート (1 0 6) は、チタニウム、アルミニウム、又はオーステナイト合金から作られている、実施態様 1 に記載の曲線プレート (1 0 0) 。

10

[実施態様 1 5]

複数のくぼみが、内側プレート (1 0 2) によって複数の第 1 の溝 (1 0 4) に沿って定められている、実施態様 1 に記載の曲線プレート (1 0 0) 。

[実施態様 1 6]

複数のくぼみが、外側プレート (1 0 6) によって複数の第 2 の溝 (1 0 8) に沿って定められている、実施態様 1 に記載の曲線プレート (1 0 0) 。

[実施態様 1 7]

第 1 の溝 (1 0 4) の各々は、該溝の最大弦長の約 1 . 5 ~ 約 2 0 倍の最大断面弧長を有し、第 2 の溝 (1 0 8) の各々は、該溝の最大弦長の約 1 . 5 ~ 約 2 0 倍の最大断面弧長を有する、実施態様 1 に記載の曲線プレート (1 0 0) 。

20

[実施態様 1 8]

第 1 の溝 (1 0 4) の各々及び第 2 の溝 (1 0 8) の各々は、半楕円形を有する、実施態様 1 7 に記載の曲線プレート (1 0 0) 。

[実施態様 1 9]

曲線プレート (1 0 0) を形成するための方法であって、

金属の第 1 の薄板をプレスして複数の第 1 の溝 (1 0 4) を定める第 1 のプレート (1 0 2) を形成するステップと、

金属の第 2 の薄板をプレスして複数の第 2 の溝 (1 0 8) を定める第 2 のプレート (1 0 6) を形成するステップと、

その後複数の第 1 の溝 (1 0 4) と複数の第 2 の溝 (1 0 8) とが実質的に整列して間に複数のチャンネル (1 1 0) を定めるように第 1 の薄板 (1 0 2) を第 2 の薄板 (1 0 6) へと積層して曲線プレート (1 0 0) を形成するステップと

30

を含んでおり、

各々のチャンネル (1 1 0) は、曲線プレート (1 0 0) の第 1 の端部 (1 2 4) の第 1 の部分 (1 2 2) に位置する第 1 の開口 (1 2 0) から、各々のチャンネル (1 1 0) に定められた湾曲部 (1 2 6) を通り、第 1 の端部 (1 2 4) の第 2 の部分 (1 3 0) に位置する第 2 の開口 (1 2 8) まで延在している、方法。

[実施態様 2 0]

積層に先立って、一体壁 (1 1 2) を、各々のチャンネル (1 1 0) が内部に第 1 の通路及び第 2 の通路を定めるように第 1 の薄板 (1 0 2) と第 2 の薄板 (1 0 6) との間に配置するステップ

40

をさらに含む実施態様 1 9 に記載の方法。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 9 】

1 0 ジェットエンジン空気ダクト

1 2 環状の熱交換器

1 4 第 1 の環状リング

1 5 第 1 の本管

1 6 第 2 の環状リング

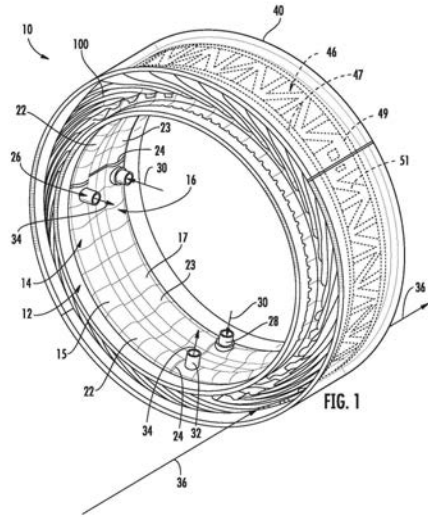
1 7 第 2 の本管

50

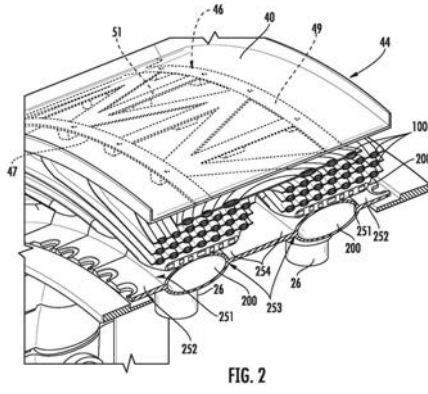
2 0	ダクト横断部分	
2 2	独立部分	
2 3	独立部分	
2 4	境界壁	
2 6	供給管	
2 8	入り口供給管	
3 0	供給流体	
3 2	出口管	
3 4	冷却された流体	
3 6	冷却用流体	10
4 0	半径方向外側の壁	
4 2	スロット	
4 4	ケーシング	
4 6	構造支持体	
4 7	第 1 の環状リング	
4 9	第 2 の環状リング	
5 1	横棒	
5 3	空洞	
1 0 0	曲線プレート、空気ダクト	
1 0 2	内側プレート、チャンネル	20
1 0 4	第 1 の溝	
1 0 6	外側プレート	
1 0 8	第 2 の溝	
1 1 0	チャンネル	
1 1 2	一体壁、チャンネル	
1 1 4	第 1 の通路	
1 1 6	第 2 の通路	
1 2 0	第 1 の開口	
1 2 2	第 1 の部分	
1 2 4	第 1 の端部	30
1 2 6	湾曲部	
1 2 7	外面	
1 2 8	第 2 の開口	
1 3 0	第 2 の部分	
1 3 2	第 2 の端部	
1 3 4	スロット	
1 4 0	タブ	
1 4 2	タブ、開口	
2 0 0	本管	
2 0 2	第 1 の端部	40
2 0 4	第 2 の端部	
2 0 6	通路	
2 0 8	開口	
2 1 0	供給チャンネル	
2 1 2	下側プラットフォーム	
2 1 3	内面	
2 1 4	外面	
2 1 6	第 1 の側	
2 1 8	上側プラットフォーム	
2 2 0	第 2 の側	50

2 2 1	末端	
2 2 2	インターフェイス	
2 2 4	チャンネル	
2 2 6	接線	
2 2 8	接線	
2 3 0	内面	
2 3 2	下側溝	
2 3 4	内面、チャンネル	
2 3 6	上側溝	
2 3 8	スロット	10
2 4 0	雄のインサート	
2 4 2	内部梁	
2 4 4	通路	
2 5 1	第 1 の側	
2 5 2	第 1 のウイング	
2 5 3	第 2 の側	
2 5 4	第 2 のウイング	
3 1 0	ガスタービンエンジン	
3 1 2	中心軸線	
3 1 4	コアエンジン	20
3 1 6	ファン部分	
3 1 8	外ケーシング	
3 2 0	取り入れ口	
3 2 2	ブースタ圧縮機	
3 2 4	高圧多段軸流圧縮機	
3 2 6	燃焼器	
3 2 8	第 1 のタービン	
3 3 0	第 1 の駆動シャフト	
3 3 2	第 2 のタービン	
3 3 4	第 2 の駆動シャフト	30
3 3 6	排気ノズル	
3 3 7	減速装置	
3 3 8	軸流ファンロータアセンブリ	
3 4 0	ファンケーシング	
3 4 2	出口案内羽根	
3 4 4	ファンロータブレード	
3 4 6	下流部分	
3 4 8	気流路、通路	
3 5 0	気流	
3 5 2	取り入れ口	40
3 5 4	ファン空気	
3 5 6	気流	
3 6 0	燃焼生成物	
H	高温ガスの流れ	
C	冷却用流体	

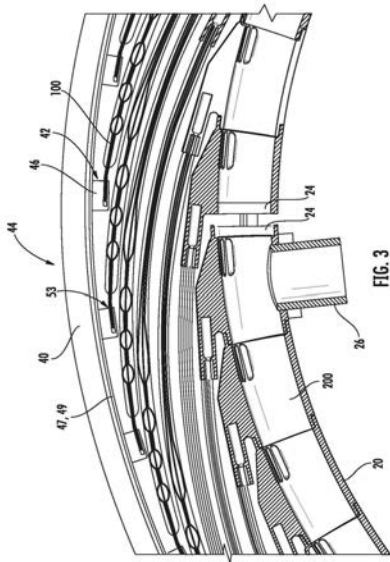
【 図 1 】



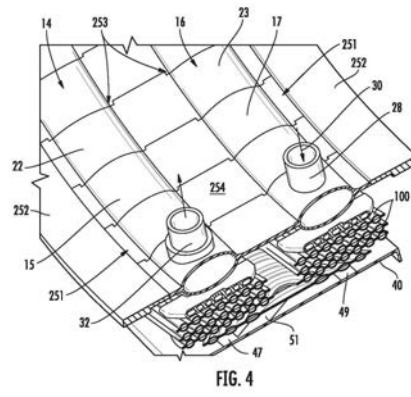
【 図 2 】



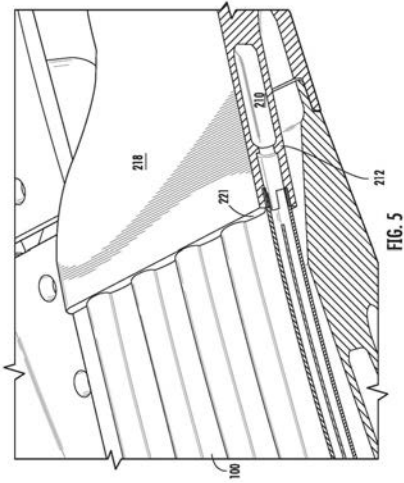
【 図 3 】



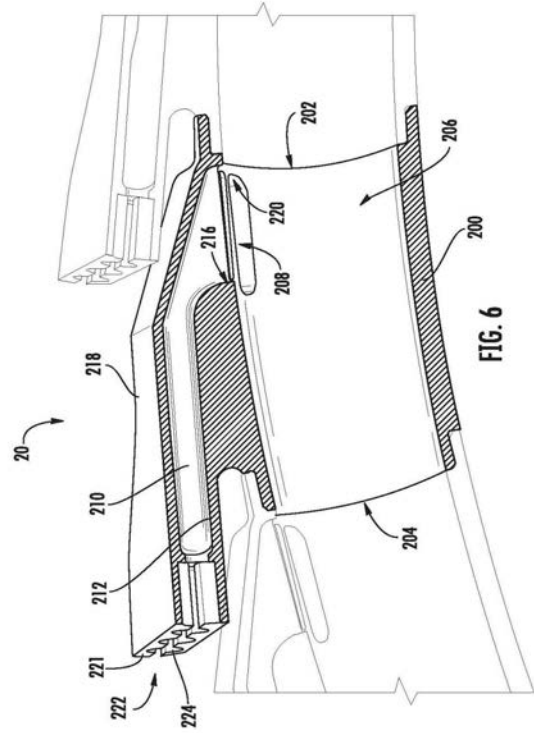
【 図 4 】



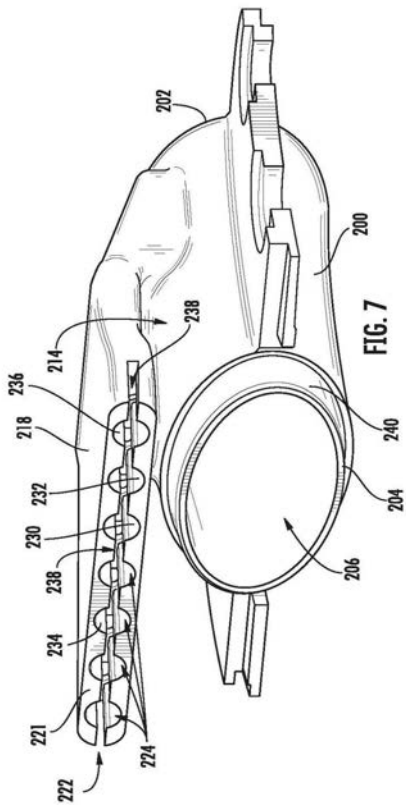
【 図 5 】



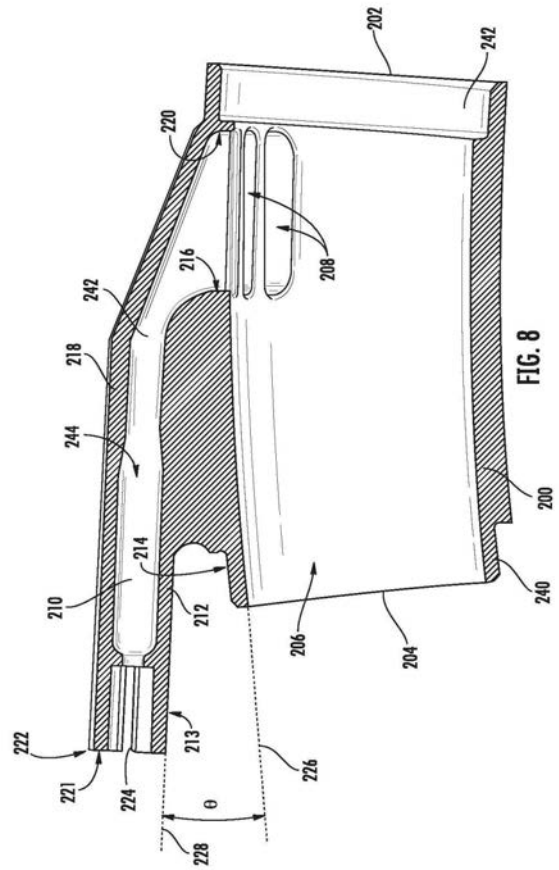
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

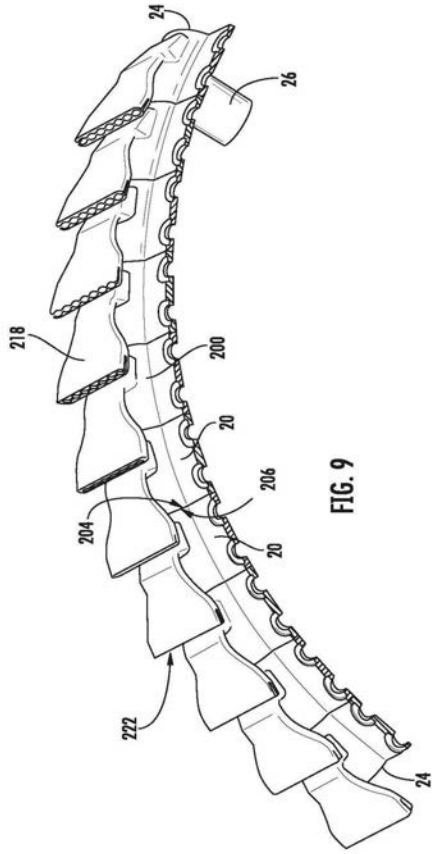


FIG. 9

【 図 10 】

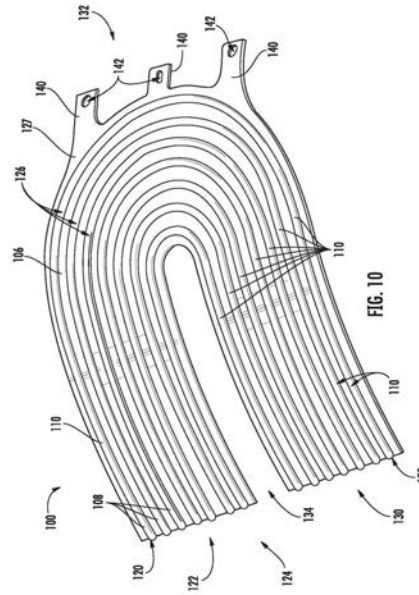


FIG. 10

【 図 11 】

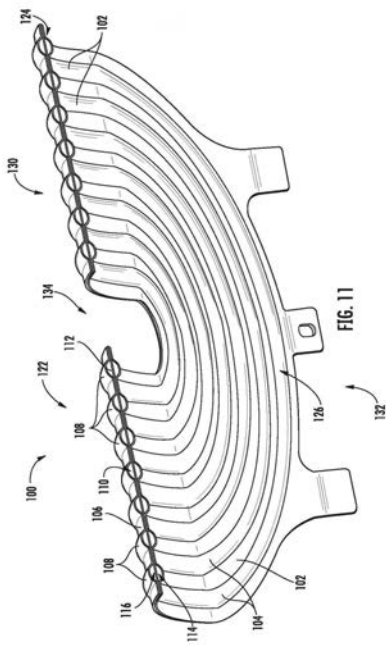


FIG. 11

【 図 12 】

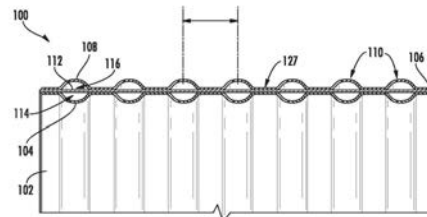


FIG. 12

【 図 13 】

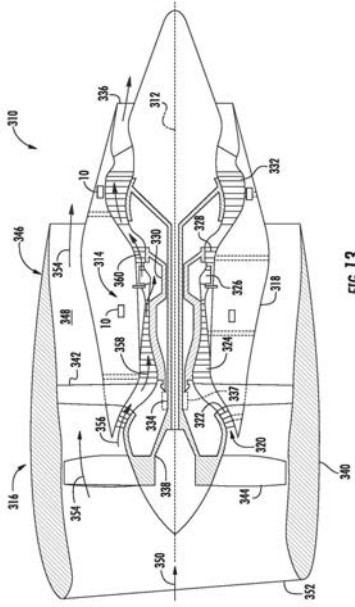


FIG. 13

フロントページの続き

- (72)発明者 マシュー・ロバート・サーニー
アメリカ合衆国、オハイオ州・45215、シンシナティ、ワン・ノイマン・ウェイ
- (72)発明者 ジェフリー・レイモンド・メナード
アメリカ合衆国、オハイオ州・45215、シンシナティ、ワン・ノイマン・ウェイ
- (72)発明者 トーマス・クピゼウスキ
アメリカ合衆国、オハイオ州・45215、シンシナティ、ワン・ノイマン・ウェイ
- (72)発明者 ジョナサン・ペグラム
アメリカ合衆国、オハイオ州・45215、シンシナティ、ワン・ノイマン・ウェイ

【外国語明細書】

2017125491000001.pdf